

平成 20 年度 生理学研究所研究会  
「認知神経科学の先端 動機づけと社会性の脳内メカニズム」  
要旨集 ver. 2 (20080825)

[目次]

研究会概要	-----	p.1
参加者の方へ	-----	p.2
口演発表の方へ	-----	p.2
コンファレンスセンターまでの交通案内	-----	p.3
コンファレンスセンターの案内図	-----	p.4
研究会 プログラム	-----	p.5
口演要旨	-----	p.7

[研究会概要]

日時：平成 20 年 9 月 11 日(木)13 時 ~ 9 月 12 日(金)12 時(受付開始は 11 日 12 時)

場所：自然科学研究機構 岡崎コンファレンスセンター 2F 小会議室

Web site: <http://www.nips.ac.jp/%7Emyoshi/workshop2008/>

参加費：無料(ただし懇親会費として¥4,000、学生は¥2,000)

提案代表者：松元 健二 (玉川大学・脳科学研究所)

所内対応教官：伊佐 正 (生理学研究所 認知行動発達研究部門)

世話人：吉田 正俊 (生理学研究所 認知行動発達研究部門)

昨年に引き続き、今年も生理研研究会「認知神経科学の先端」を開催いたします。昨年の「認知神経科学の先端」研究会は「注意と意思決定」がテーマでしたが、第一回にもかかわらず多くの方にお集まりいただきまして、非常な成功を収めることができました。今年は「動機づけと社会性」をテーマとして、電気生理、機能イメージング、神経心理、社会心理によるアプローチで活躍されている先生方にお集まりいただき、最近の研究成果を紹介していただきます。今年も、昨年同様の成功を目指すとともに、総合討論など新たな企画も盛り込んでいきたいと考えております。ぜひお誘い合わせの上、ご参加ください。

### [参加者の方へ]

研究会は岡崎コンファレンスセンター 2F 小会議室で行います。詳しい位置に関しましては p.4 にございます[岡崎コンファレンスセンターの案内図]をごらんください。

岡崎コンファレンスセンターは生理学研究所から徒歩 10 分程度の場所にあります。岡崎コンファレンスセンターまでの交通については p.3 [岡崎コンファレンスセンターまでの交通案内]をごらんください。

当日の受付：9 月 11 日 12 時から開始します。

岡崎コンファレンスセンター 2F 小会議室前で研究会の受付をしております。そちらでお名前のご記入、懇親会に参加される方は懇親会費の支払いを済ませてください。

懇親会の会場は生理研明大寺地区にあります職員会館です。研究会会場から徒歩 10 分程度かかります。p.3 [岡崎コンファレンスセンターまでの交通案内]をごらんください。生理研手前の「食堂」と書いてあるところになります。(黄色で塗布)

宿泊場所の案内：三島ロッジ(コンファレンスセンターの裏手)を確保しています。参加申し込みフォームよりお申し込みください。部屋数に限りがありますのでお早めにお申し込みください。周辺のホテルを予約される方はご自分で予約をお願いします。生理研 web サイトに生理学研究所周辺の主なホテルのリストと地図があります。ご利用ください

<http://www.nips.ac.jp/accommo/index.html>

### [口演発表の方へ]

ラップトップ PC のご持参をお願いしております。PC が必要な方はあらかじめお申し付けください。

PC のセットアップはセッションが始まる前の休憩時間のあいだにお願いします。

講演時間は、1 時間程度(発表 30 分、質問 30 分)の時間を予定しています。活発な議論を促すため、質疑応答の時間を多めにとっています。

講演途中での質問を受け付けるということをお願いしています。

## 【岡崎コンファレンスセンターまでの交通案内】

〒444-0864 岡崎市明大寺町字伝馬8-1

### ● 関東方面から

豊橋駅(東海道新幹線「こだま号」停車)で名古屋鉄道(名鉄)に乗換え、東岡崎駅下車(豊橋駅-東岡崎駅間約20分)南に徒歩約10分。

### ● 関西方面から

名古屋駅で名古屋鉄道(名鉄)に乗換え、東岡崎駅下車(新名古屋駅-東岡崎駅間約30分)南に徒歩約10分。

### ● 中部国際空港から

名鉄空港バス「岡崎駅」行で「東岡崎駅」下車(所要時間約65分 1600円)、または、名鉄特急「豊橋」行(10:00, 11:00, 12:00, 13:00, 14:00 15:00 16:00 発)で「東岡崎」下車(所要時間約65分 1210円) 東岡崎駅南口に出て徒歩約10分。



## [岡崎コンファレンスセンターの案内図]



- |  |  |
|--|--|
|  : コーヒーブレイク会場設置ポイント |  : 自動販売機(飲み物) |
|  : 男性用化粧室           |  : 車椅子        |
|  : 女性用化粧室           |  : エレベーター     |
|  : 化粧室(車椅子)         |  : 喫煙コーナー     |

**生理学研究所研究会**  
**認知神経科学の先端 動機づけと社会性の脳内メカニズム**  
**[研究会プログラム]**

9月11日(木) 岡崎コンファレンスセンター 2F 小会議室

13:00-13:05 挨拶

伊佐 正 (生理学研究所 認知行動発達研究部門)

13:00-13:10 研究会のコンセプト説明

松元 健二(玉川大学 脳科学研究所)

13:10-14:10 「対戦ゲーム中のサル前頭連合野ニューロン活動」

細川 貴之 (東京都神経科学総合研究所 心理学研究部門)

座長 星 英司 (玉川大学脳科学研究所 脳科学研究施設)

七五三木 聡 (大阪大学大学院医学系研究科 認知行動科学研究室)

14:10-15:10 「アレキシサイミア(失感情症)と社会神経科学」

守口 善也 (国立精神・神経センター 心身医学研究部)

座長 村田 哲 (近畿大学・医学部・生理学第一講座)

中原 潔 (国立精神・神経センター 神経研究所 モデル動物開発部)

15:10-16:10 「脳機能マッピングの陥穽 —脳神経科学の方法論を問い直す—」

遠藤 利彦 (東京大学 教育学部 教育心理学コース)

座長 鈴木 匡子 (山形大学大学院医学系研究科 高次脳機能障害学)

吉田 正俊 (生理学研究所 認知行動発達研究部門)

16:10-16:20 セットアップ・コーヒープレーク

16:20-17:20 総合討議 1: 社会性

座長 藤井 直敬 (理化学研究所 脳科学総合研究センター)

永福 智志 (富山大学 大学院医学薬学研究部 認知・情動脳科学)

17:20-17:50 コーヒープレーク

17:50-18:50 「報酬量, 報酬遅延, 満足度に基づくモチベーション制御の脳内メカニズム」

南本 敬史 (独立行政法人 放射線医学総合研究所 分子イメージング研究センター)

座長 菅生 康子 (産業技術研究総合研究所 脳神経情報研究部門)

小村 豊 (産業技術研究総合研究所 脳神経情報研究部門)

19:30-22:00 懇親会(岡崎コンファレンスセンター 1F 中会議室)

**9月12日(金) 岡崎コンファレンスセンター 2F 小会議室****09:00-10:00 「ヒト線条体における社会的および金銭的報酬の処理」****出馬 圭世 (生理学研究所 心理生理学研究部門)**

座長 鮫島 和行 (玉川大学脳科学研究所 脳科学研究施設)

小川 正 (京都大学大学院医学研究科 認知行動脳科学)

**10:00-11:00 「心理学と脳科学の動機づけ研究の融合」****村山 航 (東京工業大学 大学院社会理工学研究科 人間行動システム専攻)**

座長 松元 健二 (玉川大学・脳科学研究所)

一戸 紀孝 (理化学研究所 脳科学総合研究センター)

11:00-11:10 セットアップ・コーヒープレーク

**11:10-12:10 総合討議 2: 動機づけ**

座長 松元 健二 (玉川大学・脳科学研究所)

筒井 健一郎 (東北大学大学院生命科学研究科 脳情報処理分野)

12:10-12:20 総括、次回予告

吉田 正俊 (生理学研究所 認知行動発達研究部門)

## [口演要旨]

「対戦ゲーム中のサル前頭連合野ニューロン活動」

細川 貴之

(東京都神経科学総合研究所 心理学研究部門)

「競争」は生物にとって重要な意味を持つ。自然界において動物は、食べ物や配偶者といった限られた資源を獲得するために他個体と競わなければならない。もしそれらの資源が得られなければ、生存競争に負けることになる。また、人間社会においてもコンテストやスポーツなど、他者と競争しなければならない場面が多くある。それらの場面で他者に勝てば大きな喜びを、負ければくやしさを感じる。このように競争は生物の生活や生存にとって重要な意味を持ち、競争場面は行動および脳活動に様々な影響を及ぼすと推測できる。

我々は競争場面に特有のニューロン活動を調べるため、サルに対戦型シューティングゲームを行わせた。ゲームでは、モンキーチェアに座った2頭のサルが、コンピュータモニタ上で互いに競い合った。ゲームが始まるとモニタの左右両端に砲台を模した三角形が表示され、サルは相手の砲台(ターゲット)を狙って互いに弾を撃ち合った。弾は、モニタ下にあるジョイスティックをサルが傾けた方向に飛ぶようになっており、360度いずれの方向へも撃つことができる。砲台はモニタの左端および右端の上・中・下、計6箇所のうちランダムに選ばれた2箇所に提示され、サルは砲台の色によって自分の砲台がどこにあるかが分かるようになっている(左側のサルの砲台は白、右側のサルの砲台は黄色)。先に相手の砲台に弾を当てたサルが勝者となり、報酬(グレープジュース)が与えられた。負けただけのサルは何も与えられなかった。また、「競争」が神経細胞活動に及ぼす影響を調べるため、非競争条件を導入した。非競争条件では1頭のサルだけを用い、相手側から弾が撃ち返してくることのない状況で、ターゲットに弾を当てさせた。非競争条件では、サルがターゲットに弾を当ててもランダムに50%の確率でしか報酬を与えなかった。これら競争条件・非競争条件でサルがゲームをしているときに、前頭連合野背外側部から単一ニューロン活動を記録した。

その結果、サルの行動およびニューロン活動に競争条件と非競争条件で違いがみられることを見出した。たとえば、競争条件における命中率は非競争条件よりも高く、競争条件においてサルがより集中していると考えられる。またニューロン活動では、競争条件で勝って報酬をもらったときの活動と、非競争条件で報酬をもらったときの活動に差があるニューロンが数多く見つかった。また逆に、競争条件で負けて報酬がもらえなかったときの活動と、非競争条件で報酬がもらえなかったときの活動に差があるニューロンも多く存在した。これらの結果は、行動レベルおよびニューロンレベルで競争事態と非競争事態が区別されていることを示している。

### 【Questions for future research】

- ・対戦相手が誰であるか(自分より上位/下位のサル、もしくは人間相手)による影響を行動レベル・ニューロンレベルで観察できるか?
- ・サルにとって競争に勝つことは「うれしく」、負けることは「くやししい」のか?

## 「アレキシサイミア(失感情症)と社会神経科学」

守口 善也

(国立精神・神経センター 心身医学研究部)

心身の疾病の発症・増悪に関わる性格背景として、自己の情動の認知障害「アレキシサイミア(失感情症)」という概念が臨床のフィールドから提唱されている。この概念は「自己」の表象に関わる能力を指すが、自己にとどまらず、「他者」の表象に関わる精神疾患(例えば自閉症スペクトラム)やその研究においてもアレキシサイミアが関わっているという知見がある。さらに近年神経科学の領域では、ミラーニューロンや共感など、自己と他者の表象には共通項があることも知られるようになった。そこで考えられるひとつの仮説は「自分の事がわからないひとは、他人の事もわからないのではないか?」というものである。そこで、脳機能画像を用いて、「自己」の情動の同定・表象困難であるアレキシサイミアを有する人々において、昨今の神経科学の領域で取り上げられている様々な他者理解のコンテキスト(心の理論、他者の痛みの評価、ミラーニューロン)において、脳の活動が異なるのかどうか、またどのように異なっているのかを検証してみた。

結果として、アレキシサイミアにおいては、アニメーションの課題から他者の気持ちや意図をくみ取る課題(mentalizing)においては、内側前頭前野の脳活動が低下し、さらにこの低下した領域は他者の視点取得能力と関連していた。また、他者が痛みを受けている画像をどのくらい痛いかに評価する課題(cognitive empathy to pain)では、前帯状回や背外側前頭前野において活動が低下し、逆に島皮質などにおいては活動が強かった。さらに、目的を持った手の動きの受動的な観察課題(mirror neuron system)では、ミラーニューロン関連領域(前運動野、頭頂葉)において、むしろ活動が強かった。

こうした結果からは、やはり自己と他者の表象には深い関連があることがわかる。さらに、アレキシサイミアが一つの神経学的コンポーネントの障害では説明のできない複雑さを有していることも示唆される。今回は、さらに関連する知見も併せて紹介しながら、アレキシサイミアにおける他者理解の研究を紹介し、社会神経学的な観点から考察を加えたい。さらに、アレキシサイミアと関連が深く、相同性が指摘されている自閉症スペクトラムについても考察し、今回の結果がどのような意味を持つのかについても言及したい。

### 【Questions for future research】

- ・アレキシサイミアは、ほとんどの研究で自己記入式質問紙(TAS-20)にて評価されている。神経症傾向や、うつ・不安なども高い相関を示すこのスコアは、いったい何を体現しているのか?
- ・心身症の背景性格として臨床的に提唱されたアレキシサイミアだが、実際には幅広い精神疾患や健常群にも連続的に分布しており、例えば疾患の発症を前向きに予測する因子としては検証には失敗している。果たして、アレキシサイミアの臨床的な意味合いはなんだろうか?
- ・アレキシサイミアは自己の情動の認識の障害として提唱された。他者の心理状態を読みとることは共通項があるとは思われるが、果たして、自己に選択的な心理認識は存在するのか?つまり「自分のことは皆目わからないが、他人のことは手に取るように分かる」ひとや、「自分のことはよく分かるが、他人のことは全く読めない」ひとはいるのか?つまり、神経学的に言えば、自己・他者にそれぞれ極めて選択的な神経コンポーネントはあるのか?
- ・情動の認識と、思考や意図の認識とは、自己・他者の心理状態のメタ認識という点では大きく共通項があると思われるが、情動の認識というのは特別なのか?
- ・アレキシサイミアの高い人は、スムーズな対人関係に問題があるとされているが、果たしてそれはどのような機序によるものなのか?アレキシサイミアの社会的な意味は何なのか?



・自閉症スペクトラムには、心の理論の障害が特徴的とされてきたが、自己認知の障害あるいはアレキシサイミア傾向も大きく認められる。果たして、自閉症スペクトラムは健常群と区別される疾患概念なのか？それとも健常群と連続している分布の中の偏位なのか？異なる経緯から生まれてきたアレキシサイミアの概念は、どのように自閉症スペクトラムと重なっており、どのように違うのか？

「脳機能マッピングの陥穽 —脳神経科学の方法論を問い直す—」

遠藤 利彦

(東京大学 教育学部 教育心理学コース)

話者の立ち位置は基本的に脳神経科学のはるか外に在る。無論、遠く外側から眺めても、脳神経科学、特にまさに今回の主要テーマである社会性や動機づけをターゲットとする、いわゆる“social neuroscience”の内部が相当に熱く喧しそうなことは、図書やメディアを通したその夥しい知見発信から、否応なく伝わってくる。とりわけ、近年のミラーニューロンを巡る研究の飛躍的な進展には、これまで少なからず共感性や自他理解の起源と発達あるいは自閉症の中核的特異性などに関心を有してきた話者の目からしても、それこそ「目から鱗が落ちる」ほどの衝撃性があったと言っても過言ではない。しかしながら、偽りなく言えば、話者にとって、こうした知的好奇心が大いに掻き立てられるような研究例はきわめて稀少であることを素直に述懐しておくこととしたい。むしろ、耳目に飛び込んでくる知見の大半は、興奮にはほど遠い、場合によっては「またか」という思いを強いてくるものばかりである。蓋し、こうした幾分冷めた印象は話者一人に限られたものではなく、脳神経科学の外に立つ者の多くに通底する思いなのかも知れない。果たして、それはいったい何故なのだろうか。

顧みるに話者がこれまでに少なからず「目から鱗が落ちる」思いを経験した知見の多くは脳損傷の事例研究から生み出されたものである。いわゆる損傷研究は、損傷部位、先にありきであり、その部位の故障や欠落が、日常生活のいかなる側面に大きな変化や特異性をもたらすかを、いわばボトムアップ(データ駆動的)に指し示すものである。時には、それを通して、純粋な心理学研究においては殆ど関連性が想定されてこなかった複数の心的機能が(例えば現代の“Phineas Gage”に焦点を当てた Antonio Damasio (における感情とプランニングのように) 実は特定共通のハードウェアに支えられて在るということから、本質的な連結性を有することが判明し、そしてそれが既成の心理学モデルに再考を迫るきっかけになるようなこともある。ミラーニューロンについても、無論それは損傷研究に由来するものではないが、別目的の研究から偶発的に見出されたものであり、基本的には、そのハードウェア上の発見がきっかけとなって、それが広くいかなる心的機能に関わっているのかがまさにボトムアップ的に審らかになってきているという経緯がある。つまり、脳神経学上の発見が先にあって、それが心にかに及んでいるのかを帰納的に明らかにしていくというスタンスを持たいわゆる仮説生成型の研究が、これまでの心理学の概念や理論を異種の原理で大きく揺るがす可能性を秘めているという意味で、面白いのである。

それに対して、数として損傷研究を大幅に上回る(定型者を対象とする)いわゆる脳機能画像研究は、基本的に心理学概念や心理学モデル、先にありきの、トップダウン的(理論駆動的)な仮説検証型の構造を有することが一般的であると言える。それは、ある特定の理論に依拠して編まれた課題に依存するという形で、(その課題解決への関与が仮定された)ある心的機能に特異的に結びつく脳内の電気活動や脳血流の様相を捉えることを主目的とする。無論、話者には、こうした脳機能マッピングという方向性やその潜在的価値を訝るつもりなど毛頭ない。それどころか、精細な脳内地図の構築は基礎研究として必須不可欠であると考え。しかし、少し気がかりなのは、基本的に、課題解決に関わる神経発火なり脳血流なりを脳内に見出しに行くという研究の構造は、得てして、課題そのものやそれを支えている理論を確認する方向に導きはしても、それらを否定する方向に誘うことはきわめて少ないということである。

元来、心理学の概念や理論は、何らかの心理学的実在にどこかで辛うじて関わるものではあり得ても、その実在そのものに完全に合致して在るという保証はない。それは、多分に人が種々の心理学的現象を統合的に説明しようと企図して生成したモデル、すなわち Ian Hacking が言うところの「人工種」(human kind)である可能性が高い。それに対して脳神経そのもののふるまいは(たとえ、いかなる心理学理論からも独立した説明というのは原理的に不可能であるにしても)基本的にハードウェアである限りにおいて、同じく Hacking が言うところの「自然種」(natural kind)としての近接、すなわち純粋にハードウェアとしての論理でその仕組みを解明することが少なくともある程度までは可能なものと言える。だが、脳機能画像研究の現況は、概して、人工種たる心理学の論理か

ら出発し、それを自然種たる脳に被せていくというものであり、その逆であることはきわめて少ないと言わざるを得ない。少し穿った見方をすれば、脳内地図を作成するという試みは、脳神経回路というところに限って見れば、確かに新たな発見 (discovery) を追究していると言えなくもないが、心理学モデルという視点から見れば、種々のそうしたモデルを、脳内プロセスという従来とは少し違う窓から再呈示 (display) しているに過ぎないのだとも言い得るのである。そして、だからこそ、社会科学系の心理学の中に在る者の興奮は相対的に低いものに留まらざるを得ないだろう。そこには、明らかに、既存の心理学的概念が脳神経の説明を浸食し、それに沿って記述された脳内基盤が、さらに出発点となった心理学的概念をより強固に増幅させるという、ある意味、悪しきループ効果が存在している。

最近、Jerome Kagan は、感情とその脳内基盤とされるものの対応性に関して批判的に論じ、ある仮説の検証のために脳機能画像を用いるというやり方が、しばしば感情の機序の本質を見誤らせる危険性について警鐘を鳴らしている。例えば、現在の枠組みでは、扁桃体は、一般的に、脅威や危機の評価部位として仮定されているが、Kagan によれば、それは課題として付与される怒り顔や恐怖顔などの刺激の象徴的意味に沿って専らデータが解釈される傾向があるからであるという (Kagan の精細な理論的吟味によれば、扁桃体は、むしろ刺激の不意さ・不慣れさやそれに対して人が起こし得る反応の不確実性と結びついているらしい)。また、扁桃体つながり而言えば、近年、自閉症児・者における目や表情への相対的無関心やその認識上の問題が、やはり脳機能画像研究に基づいて、扁桃体の機能不全に起因して生じているという考え方が有力視されてきている。しかし、そこでは、その画像上の特異性が、刺激処理のプロセス上の問題として解釈されることがあっても、刺激処理のアウトカムとして解釈されることはあまりない。自閉症児・者には、そもそも目や表情が感情価を伴う刺激としては存在しておらず、結果的にそれらに対して無関心になるが故に、扁桃体が特に賦活しないという可能性が十分に想定されるにも拘わらずである。そこにもまた、脳内プロセスを刺激と反応との間をつなぐ媒介変数とアприオリに仮定してしまう、仮説、先にありきの安易な仮説検証型研究の構造を見ない訳にはいかない。

確かに、現在の脳機能画像研究においては、技術開発も含め、研究テクニクという意味での「方法」の進展には大いに瞠目すべきものがある。しかし、それに対して、その個々の「方法」を背後から支えるべき「方法論」(あるトピックを明らかにするために何を何故にどのように実施すべきか、またデータをいかに解釈し、またその解釈の妥当性を厳しく吟味するために何をすべきかといった全般的なアプローチの仕方あるいはそれに絡む基本方針) に関しては研究者の多くが相対的に無自覚的であり、いまだ旧態依然として在るそれにしがみついているのかも知れない。「方法」の革新性を「方法論」の保守性が潰してしまうとしたら、これほど笑止なことはなかろう。Sigmund Freud が創始した精神分析というメタ・サイコロジーはしばしば脳神経科学の対極に位置づけられがちであるが、そして Freud 自身が精神分析が(当時の初歩的な脳神経科学には拠らず)あくまでも心理学の地平に留まるよう訴えたことも事実であるが、その一方で彼は、いち早く、脳神経科学の潜在的な可能性を認め、技術開発が十分に進展した暁には、やがてそれが、自らが打ち立てた理論も含め、人工的に作り上げられた心理学的仮説の全体を根本的に書き換え得る可能性を予見していたことでも知られている。しかし、Freud が夢見たことは果たして実現されつつあると言えるのだろうか。現況として話者はその問いに対してあえて「否」と答えようとする。しかし、それは恒久的に、また原理的に「否」ではない。「方法」の革新性に見合う「方法論」の見直し・整備が十分に行われた、その先には、確実に Freud の夢の実現が待っているとと言えるだろう。

【Questions for future research】

(NA)

「報酬量, 報酬遅延, 満足度に基づくモチベーション制御の脳内メカニズム」

南本 敬史

(独立行政法人 放射線医学総合研究所 分子イメージング研究センター)

モチベーション(動機付け)はヒトや動物を行動へ駆り立て、目標へ向かわせる脳内過程です。同じ行動であってもその結果、金銭や食物といった報酬が多く得られることが予測されるとモチベーションは高まり、行動は早く正確になります。また、報酬が多く得られると分かっている場合、満腹時のように欲求が満たされている場合、モチベーションは低く、行動を起こしません。このようにモチベーションは、行動の結果得られると予測される報酬の量やタイミングなどの外的要因である誘因(incentive)と、その報酬を身体がどの程度欲しているかという内的要因である動因(drive)の2要因によって脳内で制御されると考えられます。しかし、誘因と動因がどのように作用してモチベーションを決定しているかについて、明確に示した研究はありません。これを明らかにするためには、(1)誘因と動因をパラメトリックに操作し、(2)行動のモチベーションを適切に測定する必要があります。

我々は、このモチベーション制御の脳内機構を探るために、誘因を操作し、動因をモニタした状態で、サルに同じ行動を要求し、そのモチベーションを測定できるような行動課題を開発しました。この行動課題において、サルは報酬である水を得るために、視覚ターゲットの色が赤から緑に変わることを検出して、握っていたバーを放すという単純な行動を要求されます。これに成功すれば報酬を得られますが、その報酬の量とタイミング(報酬遅延時間)の情報があらかじめ試行の開始時に手がかり刺激で教示されます。サルに行動課題を、喉が渇いた状態から十分に水をもらって満足するまで行かせたところ、課題を開始してしばらくはほとんどミスなしに試行をこなすが、満足して課題をやめようかという頃には、特に報酬が少ない/遅延が長いと予測される試行において、バーを早く放してしまったり、放すのが遅かったりというエラーが多く観察されました。サルはこの課題をミスなしにこなす能力が有るにもかかわらず、状況によってミスをするところから、課題の成功率をモチベーションの指標となると考えられます。サルの満足度を課題開始時=0、終了時=1というように、その時点までに獲得した総報酬量をもちいて定義すると、成功率を報酬量、報酬遅延、満足度の3パラメータの単純な関数で説明できることが分かりました。さらに、ここでの報酬量と報酬遅延の関係は、報酬遅延による報酬価値の割引として知られている Hyperbolic Discounting の関係で表されることが明らかとなりました。つまり、この行動レベルでの数理モデルは、予測される報酬量と報酬遅延から報酬の価値(誘因価値)が計算され、それが動物の満足度などの動因に従って主観的に評価されることで、モチベーションが制御されていることを示唆しています。

さらに、この行動課題と数理モデルを用いてこれまで行った破壊実験と神経活動記録実験の結果をお見せして、これから進むべき研究の方向について議論できればと考えています。

【Questions for future research】

- ・Coding/Integration の問題: どの脳部位の、どのような神経活動で誘因、動因、モチベーションがコードされているか?モチベーションはどのようにして誘因と動因を統合し、計算されているのか?そこにおけるドーパミンの働きは?
- ・Framing の問題: 同じ誘因と同じ動因でも、状況が変わればモチベーションも変わると考えられる。その仕組みは?
- ・このモチベーション制御モデルがどの程度一般化できるか?内発的動機付け研究に応用可能か?

## 「ヒト線条体における社会的および金銭的報酬の処理」

出馬 圭世

(生理学研究所 心理生理学研究部門)

ヒトが見せる血縁関係にない他者に対する利他的行動は、ヒト特有であると考えられていること、さらに自然淘汰の原理からは簡単に説明できない現象であることから、多くの研究者の注目を集めてきた。このような利他的行動は、行動は利他的ではあるが、その動機は利己的であるという見方が最も有力である。社会的交換理論においては、ヒトは合理的エージェントとしてモデル化され、社会的状況においてもヒトは自分の利益を最大化するような行動を選択すると考える。また、この場合の利益とは、食物・金銭などの物質的な報酬だけでなく、他者からの良い評判・印象などの非物質的・社会的な報酬も含んでいる。つまりこの理論によると、社会的な報酬を得ることが、利他的行動をとる一つの大きな理由であると考えられ、実際に社会心理学の研究からその考えを支持する証拠が報告されている。しかしながら、このヒトにとって重要な社会的報酬が脳内でどのように処理されているかは未だわかっていない。そこで、本研究では、「自分に対する他者からの良い評判は、金銭報酬と同様に脳の報酬系を賦活させる」という仮説を検討した。fMRI 内で、自分に対する良い評判と金銭報酬を知覚させると、報酬系として知られる線条体の賦活が共通して見られた。これは、他者からの良い評判は、報酬としての価値を持ち、脳内において金銭報酬と同じように表象されていることを示している。この結果は、様々な異なる種類の報酬を比較し、意思決定をする際に必要である「脳内の共通の通貨」の存在を強く支持しており、複雑なヒトの社会的行動の神経科学的理解への重要な最初の一步であると考えられる。

### 【Questions for future research】

- ・社会的な報酬に基づいた意思決定の神経機構
- ・本研究の知見の臨床の分野(例: 自閉症、パーキンソン病)への応用可能性
- ・利他的行動を内発的に動機付けるような社会的態度の形成と報酬学習の関係

## 「心理学と脳科学の動機づけ研究の融合」

村山 航

(東京工業大学 大学院社会理工学研究科 人間行動システム専攻)

### 1. 概要

本発表では、心理学の動機づけ(またはその周辺領域)研究を概観しながら、それらが脳科学の研究パラダイムにどのような影響を与えるか(またはその逆)について、筆者自身の研究も交えて考察する。心理学の動機づけ理論というと、内発的動機づけ理論、達成目標理論、自己効力感理論、原因帰属理論、接近-回避動機理論など枚挙に暇がないが、ここではそれぞれを個別に解説することはしない。話の流れに応じて、必要な部分だけを解説していく。

### 2. 心理学の動機づけ研究から脳科学の研究への suggestion

動機づけという概念は一枚岩ではない。例えば、「〇〇が好き」ということ1つをとっても、内発的に好きなのか、外的な報酬と連合しているから好きなのか(内発-外発の問題; Deci & Ryan, 1985)という違いがあるし、また顕在的に好きだと言っているも潜在的には好きではないかもしれない(潜在-顕在の問題; Murayama, 2008)。

Hedonic value から考えると明らかにネガティブなことを、好きだといって主体的に取り組む人もいる (hedonic value と eudaimonic value; Ryan & Deci, 2001)。そして、それぞれの概念に適切な指標が存在する。こうした概念の多元性は、モデルの構築や結果の解釈に大きな示唆を持つ。

もちろん概念が多元的だからといって、筆者は報酬や価値が意思決定プロセスの下流で common currency とし、一元的に変換されることを否定するつもりはない (Montague & Berns, 2002)。しかし、動機づけ理論は、そうした最終的な「価値」を算出するモデルにどのような付加的なパラメータが必要なのか、ということに示唆を与えるだろう。例えば内発的動機づけ・好奇心という概念は、情報の探索行動にも何らかの主観的価値が伴っていることを示している。これは実際に近年の脳科学研究において、そのようなことを数理モデル化する試みが行われている (e.g., Daw et al., 2006)。また、外的報酬が学習者の動機づけを低下させるというアンダーマイニング効果 (Deci et al., 1999) の研究では、報酬が必ずしもその行動の価値を増加させない(むしろ低下させる)可能性があることを示唆している。

脳科学の研究で動機づけというと、上で述べたような「価値」の観点で論じられることが多かった (e.g., Niv et al., 2006)。しかし、動機づけという概念がもつインプリケーションはそれだけではない。例えば、動機づけは、その状態によって学習(認知)プロセスと大きな交互作用を生む場合がある。action orientation という動機づけ状態は、stroop 効果を大きく低減させることが示されているし (Jostman & Koole, 2007)、達成目標と記憶指標にも交互作用が得られることが示されている (Murayama, 2006)。課題に直面したときに、接近・回避どちらの動機を持っているかによっても、その人の課題のパフォーマンスは大きく違ってくる (Elliot & Harackiewicz, 1996; Higgins, 1997)。また、動機づけは状況的な cue によって自動的に活性化し、行動に大きな影響を与えることがある。例えば、「達成」や「努力」の文字を見るだけで、知能テストの得点が上がったという報告 (村山, 未発表)や、赤色を見るだけで、「赤色=赤点」のイメージによって回避動機が喚起され、知能テストの得点が低下したという知見がある (Elliot et al., 2007)。

### 3. 脳科学の研究から心理学の動機づけ研究への suggestion

動機づけ概念の怖いところは、人間は実際にそのような動機づけが存在しなくても、人の行動について動機を見ってしまうことにある。上にみてきたように、人間の行動は多分に状況依存的であり、その場の cue の複数の相互作用によって phasic に発現したに過ぎないことも多い。にも関わらず、人はその行動に「動機」を付与・解釈してしまうのである (Mills, 1940)。人間行動の観察に基づいて提唱された多くの動機づけ理論も、人間行動のなかに実在もしない動機づけを「捏造」している可能性がある。脳科学の方法論は、そうした動機づけの实在論に、結論を与えないまでも、何らかの示唆を与えるだろう。実際のところ、心理学の動機づけ理論は、多くの似たような理論が乱立しているのが現状であり、そうした類似概念の整理に、脳科学の寄与するところは大きいと思われる。

また、脳科学による研究の発展が、これまでの動機づけ理論にはなかった新たな動機づけカテゴリを与えてくれる可能性もある。例えば Berridge による liking と wanting の区分 (e.g., Berridge, 2003) などは、これまでの心理学の動機づけ理論にはみられなかった現象の区分けであり、心理学の行動実験にも取り入れる必要性が大きいだろう。

#### 【Questions for future research】

- ・ 動機づけが学習をどのように直接 modulate するのか、またその神経機構の解明。
- ・ 動機づけ概念の数理モデル化
- ・ 感情と動機づけが区別して概念化できるのかを検討すること